



EP1120626

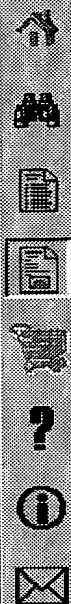
Biblio

Desc

Claims

Page 1

Drawing

**Angular position measuring device**

Patent Number: ☐ EP1120626, A3

Publication date: 2001-08-01

Inventor(s): AOKI TETSUYA (JP); HAMAOKA TAKASHI (JP); KONO YOSHIYUKI (JP); FUKITSUKE TAKUYA (JP); KUBOTA TAKAMITSU (JP)

Applicant(s): DENSO CORP (JP)

Requested Patent: ☐ JP2001317909

Application Number: EP20010101719 20010125

Priority Number (s): JP20000021822 20000126; JP20000053927 20000229; JP20000117703 20000419

IPC Classification: G01B7/30; G01D5/14

EC Classification:

Equivalents: ☐ US2001009366, ☐ US6476600

Cited Documents: EP1065473; DE19726691; DE19634281

Abstract

A compact and high-accuracy angular position measuring device is provided which has magnets installed in a rotor core and a magnetic sensor installed in a stator core. The magnetic sensor produces an output indicative of an angular position of the rotor core as a function of a change in density of magnetic flux produced by the magnets. The magnets are so arranged in the rotor core that the same poles are opposed magnetically to produce a repellent force in magnetic fields of the magnets, thereby causing the magnetic flux to go to the magnetic sensor through the rotor core. This eliminates the need for an air gap between the stator core and the poles of the magnets which is formed in a conventional device, thus allowing the device to be reduced in size and an error in

output of the device to be decreased.



Data supplied from the esp@cenet database - l2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-317909

(P2001-317909A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001.11.16)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 B 2 F 0 6 3
G 0 1 D 5/14		G 0 1 D 5/14	H 2 F 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-117703(P2000-117703)

(22) 出願日 平成12年4月19日 (2000.4.19)

(31) 優先権主張番号 特願2000-21822(P2000-21822)

(32) 優先日 平成12年1月26日 (2000.1.26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-53927(P2000-53927)

(32) 優先日 平成12年2月29日 (2000.2.29)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 河野 禎之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 濱岡 孝

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100098420

弁理士 加古 宗男

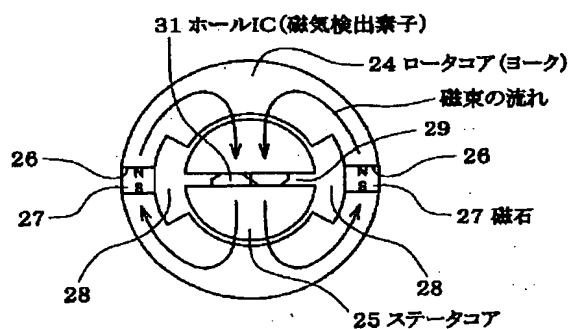
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転角検出装置

(57) 【要約】

【課題】 回転角の検出精度を向上させる。

【解決手段】 ロータコア24のうちの直径方向に対向する位置に、それぞれ磁石27を1個ずつ固定し、2個の磁石27の磁界がロータコア24の内部で互いに反発し合うように配置している。ロータコア24の内周面を、各磁石27の近傍部分を除いて、ステータコア25の外周面に微小なエアギャップを介して対向させている。この構成では、各磁石27のN極から出た磁束は、ロータコア24→ステータコア25→磁気検出ギャップ部29 (ホールIC31)→ステータコア25→ロータコア24の経路で各磁石27のS極に戻る。被検出物の回転に伴ってロータコア24が回転すると、その回転角に応じてステータコア25の磁気検出ギャップ部29を通過する磁束密度 (ホールIC31に鎖交する磁束密度) が変化し、この磁束密度に応じてホールIC31の出力が変化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検出物の回転に伴って、磁石が設けられたヨーク又は磁気検出素子を回転させ、その回転によって変化する前記磁気検出素子の出力信号に基づいて前記被検出物の回転角を検出する回転角検出装置において、

前記ヨークに複数の磁石を互いに磁界が反発し合うように設けたことを特徴とする回転角検出装置。

【請求項2】 前記磁石は、板状もしくは柱状に形成され、その両面に着磁されていることを特徴とする請求項1に記載の回転角検出装置。

【請求項3】 前記ヨークは全体としてほぼ円筒状に形成され、前記磁気検出素子は、前記ヨークの内周側に配置されたステータコアに形成された磁気検出ギャップ部に配置されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の回転角検出装置。

【請求項4】 前記ヨークの内周側のうちの前記磁石の近傍部分には、該磁石の両極と前記ステータコアとの間の磁束の短絡を防止するための空隙部が形成されていることを特徴とする請求項3に記載の回転角検出装置。

【請求項5】 前記ヨークを介して流れる磁束の経路が2つ形成され、前記2つの経路はほぼ対称に形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の回転角検出装置。

【請求項6】 前記ヨークの内周側に配置されたステータコアが3分割以上に分割され、その分割により形成された磁気検出ギャップ部に前記磁気検出素子が配置されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の回転角検出装置。

【請求項7】 前記ステータコアは同一の角度ピッチで均等に分割され、前記磁石は、前記ステータコアの分割角度ピッチに合わせた角度ピッチで前記ヨークの2箇所に配置されていることを特徴とする請求項6に記載の回転角検出装置。

【請求項8】 前記ステータコアを3分割以上に分割して形成した前記磁気検出ギャップ部が該ステータコアの半径よりも長くなるように、該ステータコアの分割中心が該ステータコアの中心よりずらされていることを特徴とする請求項6又は7に記載の回転角検出装置。

【請求項9】 前記磁気検出素子を配置する前記磁気検出ギャップ部は、前記ステータコアの分割により形成されたギャップの中で最長のギャップに設定されていることを特徴とする請求項8に記載の回転角検出装置。

【請求項10】 前記磁気検出ギャップ部の両側又は片側に、該磁気検出ギャップ部に磁束を集中させるためのギャップの大きい大ギャップ部が形成されていることを特徴とする請求項3乃至9のいずれかに記載の回転角検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気検出素子と磁石を用いて被検出物の回転角を検出する回転角検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、ホール素子等の磁気検出素子と磁石を用いて被検出物の回転角を検出する回転角検出装置が知られている（例えば、特許第2920179号公報、PCT:WO98/0806号公報、米国特許第5861745号公報参照）。例えば、内燃機関のスロットルバルブの開度（スロットル開度）を検出する回転角検出装置は、図19に示すように、スロットルバルブ（図示せず）と一体的に回転する円筒状のロータコア（ヨーク）11の内周側に、ステータコア12が同軸状に配置されている。ロータコア11の内周部には、2個の円弧状の磁石13がステータコア12を挟んで対向するように固定されている。各磁石13は、磁石内部の磁力線の向きが全てラジアル方向（径方向）となるようにラジアル着磁されている。一方、ステータコア12の内部には、一定幅の磁気検出ギャップ14が直径方向に貫通するように形成され、この磁気検出ギャップ14の中央部にホールIC等の磁気検出素子15が配置されている。

【0003】この構成では、ロータコア11の回転角に応じてステータコア12の磁気検出ギャップ14を通過する磁束密度（磁気検出素子15に鎖交する磁束密度）が変化し、その磁束密度に応じて磁気検出素子15の出力が変化するため、この磁気検出素子15の出力からロータコア11の回転角（スロットルバルブの回転角）を検出するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記構成では、ラジアル着磁された円弧状の磁石13を使用するが、円弧状の磁石13を均等にラジアル着磁するには、磁石13の内周側の密度を密にし、外周側の密度を粗くする必要があるため、製造が比較的難しく、製造ばらつきが大きいという欠点がある。この磁石13の製造ばらつきは、磁気検出素子15の出力誤差となって現れ、回転角の検出精度が低下する原因となる。

【0005】また、ロータコア11の内周とステータコア12の外周との間に磁石13を配置する構成であるため、ロータコア11の外径寸法、ひいては回転角検出装置の外径寸法が大型化するという欠点もある。

【0006】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、回転角の検出精度を向上できると共に、小型化の要求も満たすことができる回転角検出装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の回転角検出装置は、被検出物の

回転に伴って、磁石が設けられたヨーク又は磁気検出素子を回転させ、その回転によって変化する前記磁気検出素子の出力信号に基づいて前記被検出物の回転角を検出するものにおいて、前記ヨークに複数の磁石を互いに境界が反発し合うように設けた構成としたものである。この構成では、磁石の磁束はヨークを通して磁気検出素子側に向かうため、磁石の磁極面でエアギャップを形成する必要がなくなる。このため、磁石を製造しやすい形状、着磁しやすい形状に形成することができ、磁石の製造ばらつきを少なくできる。これにより、磁石の製造ばらつきに起因する磁気検出素子の出力誤差を小さくでき、回転角の検出精度を向上できる。しかも、磁石は、磁束がヨークに流れる位置に配置すれば良く、ヨークの内周側に磁石を配置する必要がないため、ヨークの径方向寸法を小さくすることができ、回転角検出装置を小型化できると共に、ヨークにおける磁石の配置場所を比較的自由に選択でき、設計の自由度も高めることができる。

【0008】この場合、請求項2のように、磁石を板状もしくは柱状に形成して、その両面に着磁すると良い。このようにすれば、磁石を製造する際に、最も簡単な成形法で、最も簡単な着磁法（平行着磁）で、磁石を製造することができ、製造ばらつきの少ない高品質の磁石を安価に製造することができる。

【0009】本発明を実施する場合は、例えば、請求項3のように、ヨークを全体としてほぼ円筒状に形成すると共に、このヨークの内周側に配置されたステータコアの中央部に形成された磁気検出ギャップ部に磁気検出素子を配置するように構成すると良い。この構成では、ヨークの内周面とステータコアの外周面との間でエアギャップを形成して、磁石の磁束がヨークとステータコアを

通って磁気検出ギャップ部内の磁気検出素子を通過するようになり、ステータコアを利用して磁束を磁気検出素子に向けて流すことができる。

【0010】但し、この構成では、ヨークの内周面とステータコアの外周面との間のエアギャップ（小さいギャップ）が磁石の近傍部分まで延びていると、磁石の両極とステータコアとの間で磁束の短絡が生じて、磁気検出素子を通過する磁束密度が低下して検出出力が低下したり、検出誤差が増大するおそれがある。

【0011】この対策として、請求項4のように、ヨークの内周側のうちの各磁石の近傍部分に、該磁石の両極とステータコアとの間の磁束の短絡を防止するための空隙部を形成した構成とすると良い。このようにすれば、磁石の磁束の短絡を空隙部によって防止でき、検出精度の低下を防ぐことができる。

【0012】また、請求項5のように、ヨークを介して流れる磁束の経路を2つ形成し、これら2つの経路をほぼ対称に形成するようにしても良い。このようにすれば、これら2つの経路の磁束が並行して流れる位置に磁

気検出素子を配置することで、2つの経路を流れる磁束を磁気検出素子に向かって集中させることができ、磁気検出素子の出力向上、検出精度向上を実現することができると共に、リニアな検出特性を実現することができる。

【0013】本発明は、後述する実施形態（1）～（3）のように、ステータコアを直径方向に貫通するエアギャップで2分割し、そのエアギャップを磁気検出ギャップ部としても良いが、この構成では、被検出物の回転に伴って磁気検出ギャップ部を通過する磁束の密度（磁気検出素子に鎖交する磁束密度）の増減変化が180°周期で反転する（図3参照）。従って、磁気検出素子の出力が直線的に変化する回転角の範囲（回転角の有効検出範囲）を180°よりも大きくすることはできない。

【0014】そこで、請求項6のように、ステータコアを3分割以上に分割し、その分割により形成された磁気検出ギャップ部（エアギャップ）に磁気検出素子を配置した構成としても良い。このようにすれば、ヨークの回転角に対する磁気検出ギャップ部の磁束密度の増加特性と減少特性とが非対称となり（図10及び図12参照）、磁気検出ギャップ部の磁束密度が増加又は減少する回転角範囲を180°よりも大きくすることができる。これにより、磁気検出素子の出力（磁気検出ギャップ部の磁束密度）が直線的に変化する回転角の範囲（回転角の有効検出範囲）を180°以上に拡大することができる。

【0015】この場合、請求項7のように、ステータコアを同一の角度ピッチで均等に分割し、このステータコアの分割角度ピッチに合わせた角度ピッチでヨークの2箇所に磁石を配置すると良い。このようにすれば、2箇所の磁石とステータコアの磁気検出ギャップ部（エアギャップ）との位置関係を最適に設定でき、回転角に対する磁気検出ギャップ部の磁束密度の直線性を向上でき、磁気検出素子の出力の直線性を向上できる。

【0016】ところで、ステータコアを分割して形成した磁気検出ギャップ部内にホールIC等の磁気検出素子を2個並べて配置して、2箇所の磁気検出素子の出力を互いに比較して異常がないか否かを確認しながら被検出物の回転角を検出するようにすれば、回転角検出の信頼性を向上できる。ステータコアを2分割して磁気検出ギャップ部を形成する場合は、磁気検出ギャップ部の長さをステータコアの直径と同一にすることができ、磁気検出ギャップ部内にホールIC等の磁気検出素子を2個並べて配置するスペースを十分に確保できる。しかし、ステータコアを均等に3分割以上に分割すると、磁気検出ギャップ部の長さがステータコアの半径の長さになり、2分割の場合の半分の長さになるため、ステータコアを小型化すると、磁気検出ギャップ部内にホールIC等の磁気検出素子を2個並べて配置するスペースを確保できな

くなるおそれがある。

【0017】そこで、請求項8のように、ステータコアを3分割以上に分割して形成した磁気検出ギャップ部が該ステータコアの半径よりも長くなるように、該ステータコアの分割中心を該ステータコアの中心よりずらすようにしても良い。このようにすれば、ステータコアを小型化しても、磁気検出ギャップ部内に磁気検出素子を2個並べて配置するスペースを確保することができ、2個の磁気検出素子の出力を互いに比較して異常がないか否かを確認しながら被検出物の回転角を検出することができる。

【0018】この場合、請求項9のように、磁気検出素子を配置する磁気検出ギャップ部はステータコアの分割により形成されたギャップの中で最長のギャップに設定すると良い。これにより、ステータコアの分割により形成されたギャップを最も有効に利用して磁気検出素子を配置することができる。

【0019】また、請求項10のように、磁気検出ギャップ部の両側又は片側に、該磁気検出ギャップ部に磁束を集中させるためのギャップの大きい大ギャップ部を形成するようにしても良い。このようにすれば、ステータコアを流れる磁束が、ギャップの小さい磁気検出ギャップ部に集中するため、この磁気検出ギャップ部に配置された磁気検出素子には、多くの磁束が鎖交するようになり、磁気検出素子の出力を大きくすることができる。このため、磁気検出素子の出力信号の増幅率を小さくすることができ、温度変化による磁気検出素子の出力変化の影響を小さく抑えることができ、回転角の検出精度を向上できる。しかも、磁気検出素子の出力信号の増幅率を小さくできれば、その分、信号増幅回路の構成を簡素化して低コスト化することもできる。

【0020】

【発明の実施の形態】【実施形態(1)】以下、本発明の実施形態(1)を図1乃至図3に基づいて説明する。

【0021】図2に示すように、回転角検出装置の本体ハウジング21には、スロットバルブ等の被検出物の回転軸22が軸受23を介して回動自在に挿通支持されている。この回転軸22の先端部(右端部)には、円筒カップ状のロータコア24(ヨークに相当)がかしめ等により固定され、このロータコア24の内周側に、円柱状のステータコア25が同軸状に配置されている。ロータコア24とステータコア25は共に鉄等の磁性材料で形成されている。

【0022】図1に示すように、ロータコア24のうちの直径方向に対向する位置に形成された2個の切欠部26に、それぞれ磁石27が1個ずつ嵌め込まれて接着等により固定されている。各磁石27は、それぞれ平板状もしくは柱状に形成され、その両面にN極とS極が平行着磁されている。2個の磁石27は、同じ極性の磁極をロータコア24の半円弧部分を介して磁氣的に対向させ

ることで、2個の磁石27の磁界がロータコア24の内部で互いに反発し合うように配置されている。ロータコア24の内周面は、各磁石27の近傍部分を除いて、ステータコア25の外周面に微小なエアギャップを介して対向している。これにより、図1に矢印で示すように、各磁石27のN極から出た磁束がロータコア24の内部を経由してステータコア25を通過し、ロータコア24の内部を経由して各磁石27のS極に戻る。更に、ロータコア24の内周側のうちの各磁石27の近傍部分には、各磁石27の両極とステータコア25との間の磁束の短絡を防止するための空隙部28が形成されている。

【0023】一方、ステータコア25の中央部には、平行磁場を形成するための一定幅の磁気検出ギャップ部29が直径方向に貫通するように形成され、具体的には、ステータコア25が一定幅の磁気検出ギャップ部29を形成するように2分割されて磁気検出ギャップ部29の幅が樹脂製のスペーサ30(図2参照)によって規制され、この磁気検出ギャップ部29に2つのホールIC31が横に並べて配置されている。各ホールIC31は、ホール素子(磁気検出素子)と増幅回路とを一体化したICであり、磁気検出ギャップ部29を通過する磁束密度(ホールIC31に鎖交する磁束密度)に応じた電圧信号を出力する。尚、ホールIC31は、磁束密度に対する出力ゲイン調整、オフセット調整、温度特性の補正のプログラムを外部から電気トリミングする機能を有したり、断線、ショートの自己診断機能を有していても良い。

【0024】図2に示すように、各ホールIC31は、樹脂製のスペーサ30によって位置決めされ、各ホールIC31の端子がスペーサ30内を通してコネクタピン32に溶接等により接続されている。このコネクタピン32、ステータコア25、スペーサ30等を樹脂でモールド成形することで、コネクタハウジング33が形成されている。このコネクタハウジング33の左側面には、ステータコア25と同心状に環状凹部34が形成され、この環状凹部34に本体ハウジング21の右端縁部35を圧入、接着等により固定することで、ロータコア24とステータコア25との同軸精度を確保している。

【0025】以上のように構成した回転角検出装置では、ロータコア24の直径方向に対向する位置に2個の磁石27を互いに磁界が反発し合うように設けたので、各磁石27のN極から出た磁束はロータコア24→ステータコア25→磁気検出ギャップ部29(ホールIC31)→ステータコア25→ロータコア24の経路で各磁石27のS極に戻る。そして、スロットバルブ等の被検出物の回転に伴って、ロータコア24が回転すると、その回転角に応じてステータコア25の磁気検出ギャップ部29を通過する磁束密度(ホールIC31に鎖交する磁束密度)が図3に示すように変化し、この磁束密度に応じてホールIC31の出力が変化する。制御回路

(図示せず)は、このホールIC31の出力を読み込んでロータコア24の回転角(被検出物の回転角)を検出する。この際、2つのホールIC31の出力V1、V2を互いに比較して異常がないか否かを確認しながら回転角を検出する。

【0026】以上説明した実施形態(1)では、ロータコア24の直径方向に対向する位置に2個の磁石27を互いに磁界が反発し合うように設け、各磁石27のN極から出た磁束がロータコア24の内部を経由してステータコア25へ流れ、磁気検出ギャップ部29(ホールIC31)を通過するように構成している。磁石27の磁極面でステータコア25との間のエアギャップを形成する必要がなくなり、磁石27を製造しやすい形状、着磁しやすい形状である例えば平板状又は柱状に形成することができる。

【0027】このように、平板状又は柱状の磁石27であれば、最も簡単な成形法で、最も簡単な着磁法(平行着磁)で、磁石27を製造することができ、製造ばらつきの少ない高品質の磁石を安価に製造することができる。これにより、磁石27の製造ばらつきに起因するホールIC31の出力誤差を小さくでき、回転角の検出精度を向上できる。しかも、磁石27は、磁束がロータコア24に流れる位置に配置すれば良く、ロータコア24の内周側に磁石27を配置する必要がないため、ロータコア24の径方向寸法を小さくすることができ、回転角検出装置を小型化できると共に、ロータコア24における磁石27の配置場所を比較的自由に選択でき、設計の自由度も高めることができる。

【0028】しかも、本実施形態(1)では、ロータコア24の内周側のうちの各磁石27の近傍部分に比較的大きな空隙部28を形成したので、各磁石27の磁束の短絡を空隙部28によって防止でき、磁気検出ギャップ部29(ホールIC31)を通過する磁束密度の低下を防止できて、検出精度の低下を防ぐことができる。

【0029】[実施形態(2)]上記実施形態(1)では、ロータコア24の直径方向に対向する位置に2個の磁石27を配置したが、ロータコア24のうちの磁束の流れる経路中であれば、磁石27の位置を適宜変更しても良く、要は、2個の磁石27を互いに磁界が反発し合うように設ければ良い。例えば、図4に示す本発明の実施形態(2)のように、2個の磁石27をロータコア24の直径方向の位置からずらして配置し、ロータコア24の内周側のうちの各磁石27の近傍部分に、該磁石27の両極とステータコア25との間の磁束の短絡を防止するための空隙部28を形成した構成としても良い。尚、磁束の流れる2つの経路が左右対称であれば、回転角に対する磁気検出ギャップ部29の磁束密度の増加特性と減少特性とが図3に示すように対称となる。

【0030】上記各実施形態(1)、(2)では、磁束の流れる2つの経路にそれぞれ磁石27を1個ずつ配置

したが、磁界を強くするために、1つの経路に複数の磁石を配置し、隣接する磁石のN極とS極を対向させるようにしても良い。

【0031】或は、ロータコア24に3個以上の磁石を互いに磁界が反発し合うように設け、磁束の流れる経路を3つ以上形成し、これらの経路の磁束が並行して流れる位置にホールIC(磁気検出素子)を配置するようにしても良い。また、磁石の形状は、平板状に限定されず、磁石の配置場所や配置スペースに応じて、製造しやすい適宜の形状に形成すれば良い。また、各磁石の大きさはそれぞれ異なっていても良い。

【0032】[実施形態(3)]前記実施形態(1)で説明した回転角検出装置は、図2に示すように、被検出物の回転軸22にロータコア24を直結する構成であるが、本発明の回転角検出装置は、種々の被検出物に対して付け替え可能な構成としても良い。

【0033】以下、これを具体化した本発明の実施形態(3)を図5に基づいて説明する。但し、前記実施形態(1)と実質的に同じ部分には、同一符号を付して説明を省略する。

【0034】本実施形態(3)では、ロータコア24と反発磁界を発生する2個の磁石27を樹脂でモールド成形することで、被検出物と連結するための回転レバー41が形成され、この回転レバー41のロータコア24のモールド樹脂部がステータコア25の外周に回転自在に嵌合支持されている。この場合、ロータコア24の内周側のモールド樹脂部がステータコア25に対する軸受部(摺動部)として機能する。従って、ロータコア24の内周面に対するステータコア25外周の磁気的なギャップは、モールド樹脂部の厚みによって確保されている。回転レバー41は、ねじりコイルばね43によって所定の回転方向に付勢され、その付勢力によって初期位置まで自動的に復帰するようになっている。

【0035】ステータコア25の左側面の中心部に非磁性材質の軸部45が固定され、この軸部45に回転レバー41の中心部に形成された挿通孔46が挿通されている。回転レバー41は、軸部45の先端部に固定されたストッパプレート47によって、軸部45から抜け止めされている。ストッパプレート47と回転レバー41との間には、回転レバー41のスラスト方向の動きを規制するスプリングワッシャ48が挟み込まれている。尚、コネクタハウジング33には、回転レバー41やロータコア24の周囲を取り囲むように筒状カバー部49が一体に形成されている。その他の構成は、前記実施形態(1)と同じである。

【0036】以上のように構成した実施形態(3)においても、ロータコア24に2個の磁石27を互いに磁界が反発し合うように設け、各磁石27のN極から出た磁束がロータコア24の内部を経由してステータコア25へ流れ、このステータコア25の中央部の磁気検出ギャ

ップ部29（ホールIC31）を磁束が通過するように構成したので、前記実施形態（1）と同様の効果を得ることができる。

【0037】〔実施形態（4）〕図6に示す本発明の実施形態（4）では、磁気検出ギャップ部29の両側に、円弧状に窪む大ギャップ部51を形成している。これにより、ステータコア25に流れる磁束は、大ギャップ部51を通過せずに磁気検出ギャップ部29内のホールIC31に集中して流れる。大ギャップ部51は、円弧状に形成することで、ステータコア25の外周側でギャップが狭くなるように形成されている。その他の構成は、前記実施形態（1）又は（3）と同じである。

【0038】以上説明した実施形態（4）では、ホールIC31を配置する磁気検出ギャップ部29の両側に大ギャップ部51を形成したので、ステータコア25に流れる磁束を磁気検出ギャップ部29に集中させて、磁気検出ギャップ部29を通過する磁束密度を大きくすることができる。これにより、磁気検出ギャップ部29に配置したホールIC31のホール素子に鎖交する磁束密度を大きくすることができ、ホールIC31のホール素子の出力を大きくすることができる。その結果、ホールIC31のホール素子の出力の増幅率を小さくすることが可能となり、温度変化によるホール素子の出力変化の影響を小さく抑えることができ、回転角の検出精度を向上することができる。しかも、ホール素子の出力信号の増幅率が小さくなれば、その分、ホールIC31の信号増幅回路の構成を簡素化することができ、ホールIC31の低コスト化が可能となる。

【0039】しかも、大ギャップ部51は、ステータコア25の外周側でギャップが狭くなるように形成されているので、ステータコア25の外周面（磁束を受ける面）の面積を広くすることができる。これにより、ロータコア24からの磁束をより多くステータコア25に流すことができ、磁気検出ギャップ部29を通過する磁束（ホールIC31に鎖交する磁束）を更に多くすることができる。

【0040】〔実施形態（5）〕上記実施形態（4）では、前記実施形態（1）と同じく、ロータコア24の内周側のうちの各磁石27の近傍部分に、各磁石27の両極とステータコア25との間の磁束の短絡を防止するための凹状の空隙部28が形成されているが、図7に示す本発明の実施形態（5）では、ロータコア24の内周側に凹状の空隙部が形成されておらず、ロータコア67の内周面とステータコア49の外周面とのギャップが全周で均一となっている。その他の構成は、前記実施形態（4）と同じである。

【0041】本実施形態（5）では、ステータコア25の磁気検出ギャップ部29の両側部に形成した大ギャップ部51が、ステータコア25に流れる磁束を磁気検出ギャップ部29に集中させる役割を果たすと共に、磁石

27の磁束の短絡を少なくする役割も果たす。これにより、本実施形態（5）でも、2個の磁石27の反発磁界を利用して回転角を検出することができる。

【0042】〔実施形態（6）〕上記各実施形態（1）～（5）では、ロータコア24を円筒状に形成したが、図8に示す本発明の実施形態（5）では、ロータコア52を楕円又は長円形の筒状に形成し、その長径方向の両側に形成した2個の切欠部53に、それぞれ磁石54を1個ずつ嵌め込んで接着等により固定している。この場合、ロータコア52を楕円又は長円形に形成して、その長径方向の両側に2個の磁石54を配置しているため、ロータコア52とステータコア25との間のギャップが磁石54に近付くほど大きくなっている。これにより、ロータコア52の内周側のうちの各磁石54の近傍部分には、大きなギャップ（空隙部）が形成され、この大きなギャップによって各磁石54の両極とステータコア25との間の磁束の短絡が防止される。

【0043】また、ロータコア52とステータコア25との間のギャップは、各磁石54から離れるに従って徐々に小さくなるため、ロータコア52の内周面からステータコア25の外周面への磁束の流れが磁石54に近い場所に偏ることが防止され、ステータコア25への磁束の流れが分散・平均化する。これにより、回転角に対する磁気検出ギャップ部29の磁束密度の変化特性の直線性が向上する。その他の構成・効果は、前記実施形態（4）と同じである。

【0044】尚、上記各実施形態（1）～（6）のように、ステータコア25の磁気検出ギャップ部29に2個のホールIC31を配置する場合は、磁気検出ギャップ部29に沿って2個のホールIC31を横に並べて配置する構成に限定されず、磁気検出ギャップ部29を通る磁束の方向に2個のホールIC31を重ねて配置する構成としても良い。また、ホールIC31の配置個数は2個に限定されず、1個のみとしても良く、或は、スペース的に余裕がある場合には、3個以上のホールIC31を磁束の方向又はその直角方向に配置するようにしても良い。

【0045】〔実施形態（7）〕上記各実施形態（1）～（6）では、ステータコア25を直径方向に貫通する磁気検出ギャップ部29で2分割するようにしているが、この構成では、被検出物の回転に伴って、磁気検出ギャップ部29を通過する磁束の密度（ホールIC31のホール素子に鎖交する磁束密度）の増減変化が180°周期で反転する（図3参照）。従って、ホールIC31のホール素子の出力が直線的に変化する回転角の範囲（回転角の有効検出範囲）を180°よりも大きくすることはできない。

【0046】そこで、図9及び図10に示す本発明の実施形態（7）では、ホールIC31の出力の直線範囲を拡大するために、ステータコア55を例えば120°の

10

20

30

40

50

角度ピッチで均等に3分割することで、ステータコア55の中心部から径方向に延びる3つのエアギャップを形成して、そのうちの1つを磁気検出ギャップ部56とし、この磁気検出ギャップ部56に1個のホールIC31を配置している。更に、ステータコア55の分割角度ピッチに合わせた角度(120°)ピッチで、2個の磁石27をロータコア24に配置し、ロータコア24の内周側のうちの各磁石27の近傍部分に、磁束短絡防止用の空隙部28を形成している。その他の構成は、前記実施形態(1)と同じである。

【0047】例えば、図9の回転位置では、右側の磁石27のN極から出た磁束は、ロータコア24→ステータコア55の右上側部→磁気検出ギャップ部56(ホールIC31)→ステータコア55の下側部→ロータコア24の経路で右側の磁石27のS極に戻り、左側の磁石27のN極から出た磁束は、ロータコア24→ステータコア55の左上側部→左側のエアギャップ→ステータコア55の下側部→ロータコア24の経路で左側の磁石27のS極に戻る。

【0048】そして、スロットバルブ等の被検出物の回転に伴って、ロータコア24が回転すると、図10に示すように、ロータコア24の回転角が、約0~230°の範囲では、磁気検出ギャップ部56の磁束密度(ホールIC31に鎖交する磁束密度)が回転角に応じて減少し、その後、ロータコア24の回転角が約240~350°になると、磁気検出ギャップ部56の磁束密度が回転角に応じて増加する。

【0049】以上説明した実施形態(7)では、ステータコア55を120°ピッチで均等に3分割し、その分割により形成した3つのエアギャップのうちの1つを磁気検出ギャップ部56としているので、図10に示すように、ロータコア24の回転角に対する磁気検出ギャップ部56の増加特性と減少特性とが非対称となり、磁気検出ギャップ部56の磁束密度が減少する回転角範囲が約230°となる。これにより、ロータコア24の回転角に応じて磁気検出ギャップ部56の磁束密度が直線的に変化する回転角の範囲が約220°にもなり、回転角が約220°の範囲で回転角に対するリニアな出力を得ることができて、回転角の有効検出範囲を約220°まで拡大することができる。

【0050】[実施形態(8)]上記実施形態(7)では、ステータコア55を3分割したが、図11及び図12に示す本発明の実施形態(8)では、ステータコア55を例えば90°の角度ピッチで均等に4分割することで、ステータコア55の中心部から径方向に延びる4つのエアギャップを形成して、そのうちの1つを磁気検出ギャップ部56とし、この磁気検出ギャップ部56に1個のホールIC31を配置している。そして、ステータコア55の分割角度ピッチに合わせた角度(90°)ピッチで、2つの磁石27をロータコア24に配置してい

る。その他の構成は、前記実施形態(7)と同じである。

【0051】例えば、図11の回転位置では、右側の磁石27のN極から出た磁束は、ロータコア24→ステータコア55の右上側部→磁気検出ギャップ部56(ホールIC31)→ステータコア55の右下側部→ロータコア24の経路で右側の磁石27のS極に戻り、下側の磁石27のN極から出た磁束は、ロータコア24→ステータコア55の左下側部→下側中央のエアギャップ→ステータコア55の右下側部→ロータコア24の経路で下側の磁石27のS極に戻る。

【0052】この構成では、図12に示すように、ロータコア24の回転角に応じて磁気検出ギャップ部56の磁束密度が直線的に変化する回転角の範囲(回転角の有効検出範囲)が約200°にもなる。

【0053】[実施形態(9)]ステータコア55を3分割又は4分割する場合でも、図13乃至図16に示すように、ステータコア55の磁気検出ギャップ部56(エアギャップ)の外周側に、円弧状に窪む大ギャップ部57を形成して、ステータコア55に流れる磁束を磁気検出ギャップ部56(ホールIC31)に集中させるようにしても良い。この場合、図13(3分割ステータの例)、図14(4分割ステータの例)では、ロータコア24の内周面とステータコア55の外周面との間のギャップが磁石27に近付くほど大きくなっている。これにより、ロータコア24の内周側のうちの各磁石27の近傍部分には、大きなギャップ(空隙部)が形成され、この大きなギャップによって各磁石27の両極とステータコア55との間の磁束の短絡が防止される。

【0054】また、図15(3分割ステータの例)、図16(4分割ステータの例)では、円筒状に形成したロータコア24をステータコア55と同心状に配置して、ロータコア24の内周面とステータコア55の外周面とのギャップが全周で均一となっているが、ステータコア55の磁気検出ギャップ部56の外周側に形成した大ギャップ部57が、ステータコア55に流れる磁束を磁気検出ギャップ部56に集中させる役割を果たすと共に、磁石27の磁束の短絡を少なくする役割も果たす。

【0055】尚、上記各実施形態では、ステータコア55を3分割以上に分割する場合に、一定の角度ピッチで均等に分割するようにしたが、必ずしも均等に分割する必要はなく、必要とする回転角の有効検出範囲(直線範囲)に応じて分割角度ピッチを適宜変更しても良い。また、上記各実施形態では、ステータコア55を3分割以上に分割する場合に、2個の磁石27の間隔をステータコア55の分割角度ピッチと同一に設定しているが、2個の磁石27の間隔をステータコア55の分割角度ピッチと異なる角度ピッチに設定しても良く、この場合でも、ロータコア24の内周側に形成する磁束短絡防止用の空隙部の位置や形状を工夫することで、上記各実施形

態と同様の作用・効果を得ることができる。

【0056】実施形態(10)とて、前記実施形態(1)～(6)のように、ステータコアを分割して形成した磁気検出ギャップ部内にホールICを2個並べて配置して、2個のホールICの出力を互いに比較して異常がないか否かを確認しながら被検出物の回転角を検出するようにすれば、回転角検出の信頼性を向上できる。前記実施形態(1)～(6)のように、ステータコアを2分割して磁気検出ギャップ部を形成する場合は、磁気検出ギャップ部の長さがステータコアの直径と同一になり、磁気検出ギャップ部内にホールIC等の磁気検出素子を2個並べて配置するスペースを十分に確保できる。

【0057】しかし、前記実施形態(7)～(9)のように、ステータコアを均等に3分割以上にすると、磁気検出ギャップ部の長さがステータコアの半径の長さになり、2分割の場合の半分の長さになるため、ステータコアを小型化すると、磁気検出ギャップ部内にホールICを2個並べて配置するスペースを確保できなくなるおそれがある。

【0058】そこで、本発明の実施形態(10)の第1実施例(図17)と第2実施例(図18)は、ステータコア61を3分割して形成した磁気検出ギャップ部62が該ステータコア61の半径よりも長くなるように、該ステータコア61の分割中心63を該ステータコア61の中心よりずらしている。そして、このステータコア61の分割により形成された3つのギャップ64の中で最長のギャップを磁気検出ギャップ部62とし、この磁気検出ギャップ部62内にホールIC31を2個並べて配置している。更に、磁気検出ギャップ部62がステータコア61の中心を通過するように形成することで、ステータコア61の2つの分割部分が磁気検出ギャップ部62を挟んで対称な形状となっている。

【0059】一方、円筒状のロータコア24のうち、ステータコア61の磁気検出ギャップ部62以外の2つのギャップ64に対応する位置に、それぞれ磁石27が設けられている。尚、上記各実施例(図17、図18)では、磁気検出ギャップ部62の外周側に大ギャップ部が形成されていないが、磁気検出ギャップ部62の外周側に大ギャップ部を形成しても良い。

【0060】以上説明した本実施形態(10)では、ステータコア61の分割中心63を該ステータコア61の中心よりずらして、ステータコア61の分割により形成された3つのギャップ64の中で最長のギャップを磁気検出ギャップ部62とするようにしたので、磁気検出ギャップ部62をステータコア61の半径よりも長くすることができる。これにより、ステータコア61を小型化しても、磁気検出ギャップ部62内にホールIC31を2個並べて配置するスペースを確保することができ、2個のホールIC31の出力を互いに比較して異常がない

か否かを確認しながら被検出物の回転角を検出することができる。

【0061】尚、ステータコアを4分割又はそれ以上に分割する場合でも、磁気検出ギャップ部がステータコアの半径よりも長くなるように、該ステータコアの分割中心を該ステータコアの中心よりずらすようにしても良い。

【0062】また、前記各実施形態(1)～(10)において、磁気検出ギャップ部に配置する磁気検出素子として、ホールIC31(ホール素子)に代えて、磁気抵抗素子等を用いるようにしても良い。

【0063】また、前記各実施形態(1)～(10)では、外周側のロータコア24(ヨーク)を被検出物と一緒に回転させて、その内周側のステータコア25を固定するようにしたが、これとは反対に、外周側のコア24(ヨーク)を固定して、その内周側のコア25とホールIC31を被検出物と一緒に回転させるようにしても良い。

【0064】その他、本発明は、スロットバルブの回転角検出装置に限定されず、種々の回転体の回転角検出装置に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図

【図2】本発明の実施形態(1)の回転角検出装置の縦断面図

【図3】本発明の実施形態(1)のロータコア回転角に対する磁気検出ギャップ部の磁束密度の変化特性を示す図

【図4】本発明の実施形態(2)におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図

【図5】本発明の実施形態(3)の回転角検出装置の縦断面図

【図6】本発明の実施形態(4)におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図

【図7】本発明の実施形態(5)におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図

【図8】本発明の実施形態(6)におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図

【図9】本発明の実施形態(7)におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図

【図10】本発明の実施形態(7)のロータコア回転角に対する磁気検出ギャップ部の磁束密度の変化特性を示す図

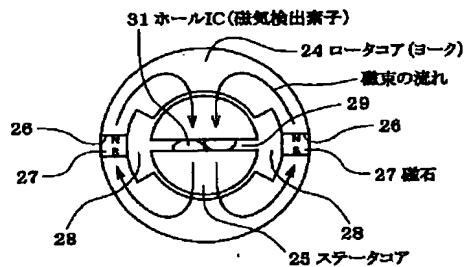
【図11】本発明の実施形態(8)におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図

【図12】本発明の実施形態(8)のロータコア回転角に対する磁気検出ギャップ部の磁束密度の変化特性を示す図

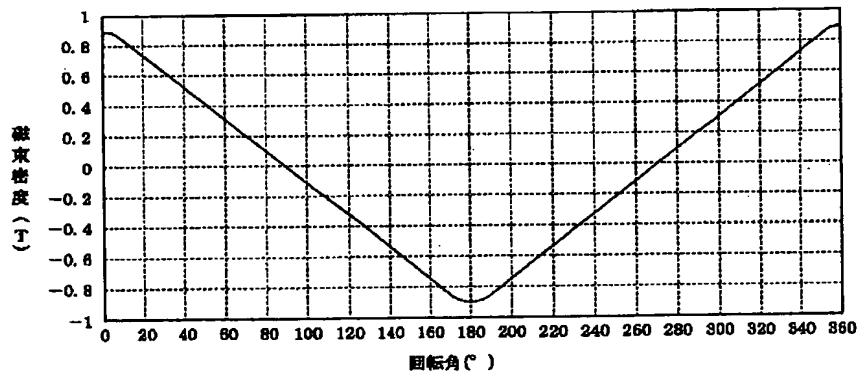
【図13】本発明の実施形態(9)の第1実施例におけ

るロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図
 【図14】本発明の実施形態(9)の第2実施例におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図
 【図15】本発明の実施形態(9)の第3実施例におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図
 【図16】本発明の実施形態(9)の第4実施例におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図
 【図17】本発明の実施形態(10)の第1実施例におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す図
 【図18】本発明の実施形態(10)の第2実施例におけるロータコア、磁石、ステータコアの配置関係を示す*

【図1】



【図3】



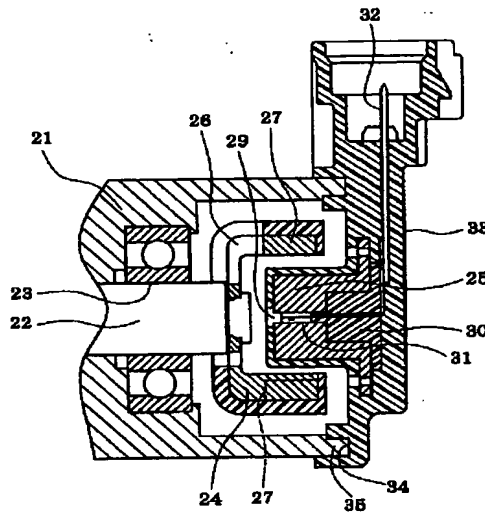
* 図

【図19】従来の回転角検出装置を説明するための断面図

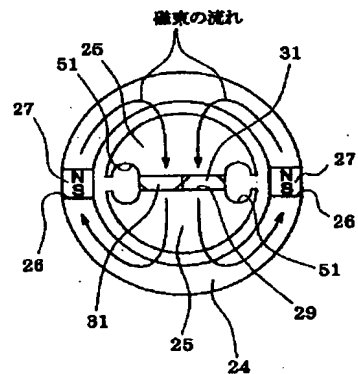
【符号の説明】

21…本体ハウジング、22…回転軸、24…ロータコア、25…ステータコア、27…磁石、28…磁束短絡防止用の空隙部、29…磁気検出ギャップ部、31…ホールIC（磁気検出素子）、41…回転レバー、51…大ギャップ部、52…ロータコア、54…磁石、55…ステータコア、56…磁気検出ギャップ部、57…大ギャップ部、61…ステータコア、62…磁気検出ギャップ部、63…分割中心、64…ギャップ。

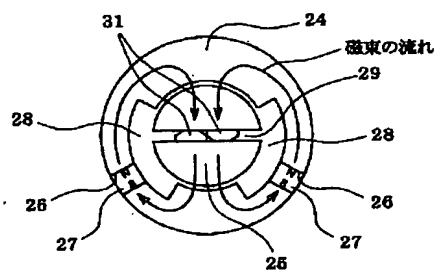
【図2】



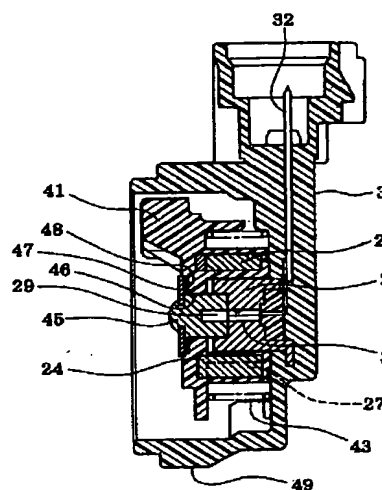
【図7】



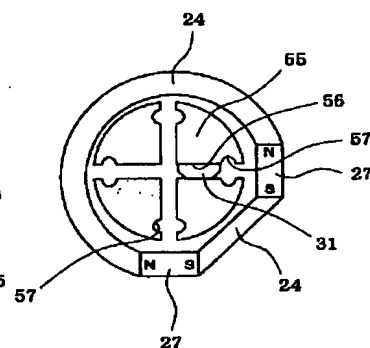
【図4】



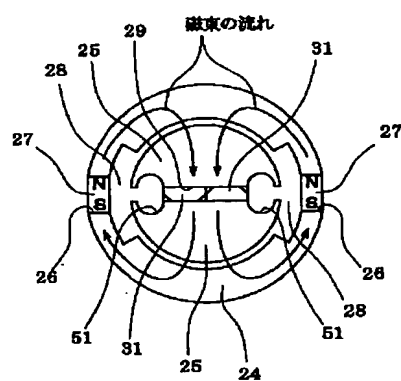
【図5】



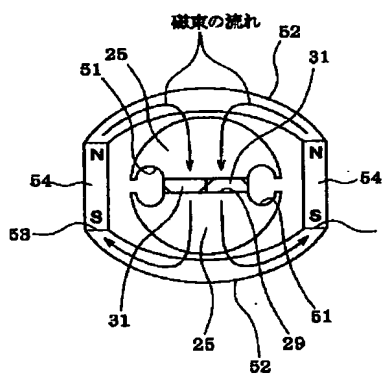
【図14】



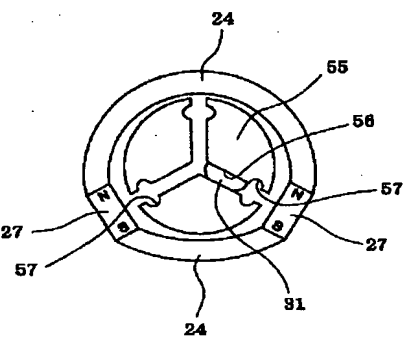
【図6】



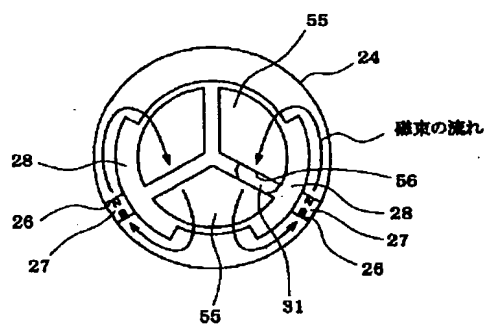
【図8】



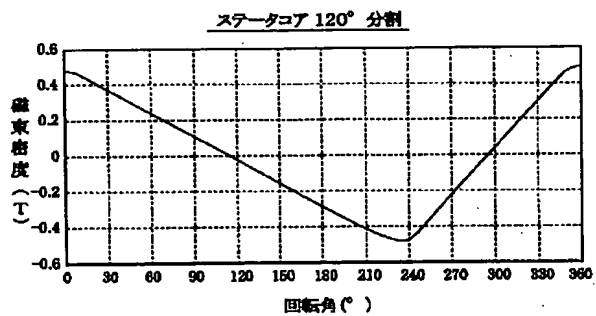
【図13】



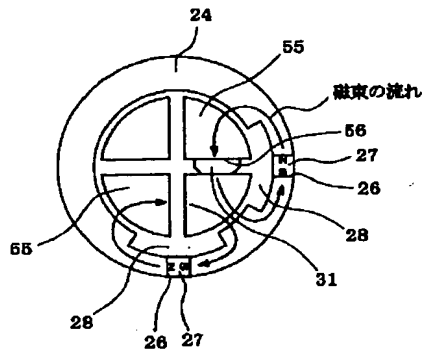
【図9】



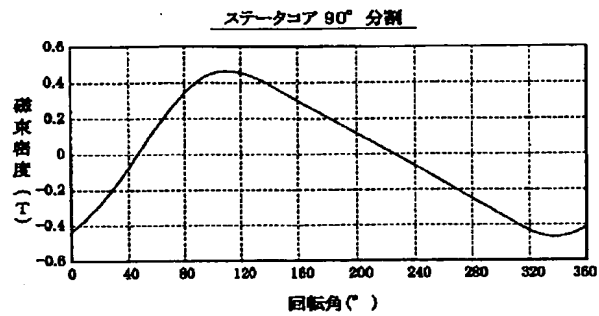
【図10】



【図11】

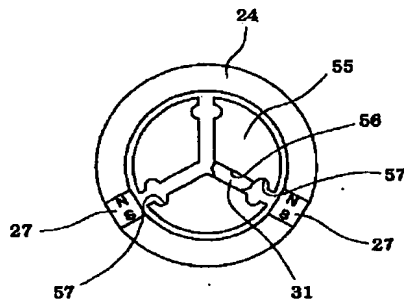


【図12】

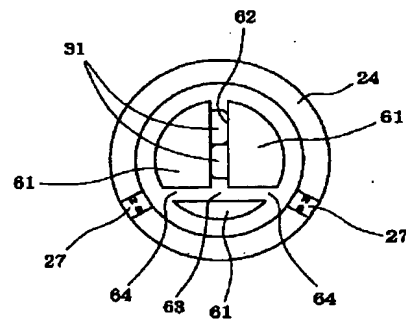
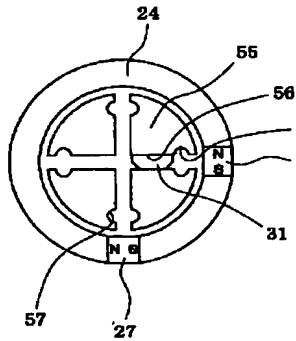


【図17】

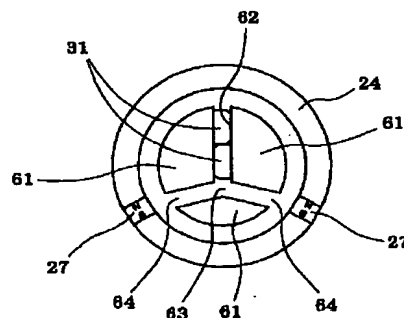
【図15】



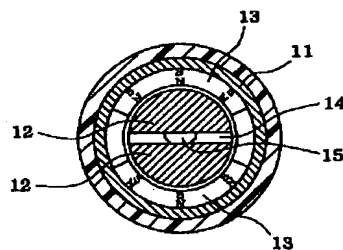
【図16】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 久保田 貴光
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(72)発明者 吹附 拓也
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 青木 哲也
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

Fターム(参考) 2F063 AA35 BA06 BD16 CA34 DA01
DB07 DD03 GA31 GA36 GA41
GA43 GA52 GA58 GA79 GA80
KA05
2F077 CC02 JJ01 JJ08 JJ23 JJ24
VV02